

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 431/TEKNIK MESIN

USULAN

PENELITIAN DISERTASI DOKTOR



INVESTIGASI KOMPOSISI DAN KARAKTERISTIK LPG
CAMPURAN PROPANA-BUTANA PADA *FUEL LINE*
KENDARAAN BERBAHAN BAKAR LPG

PENGUSUL

Muji Setiyo, ST., MT. NIDN. 0627038302

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
April 2015

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DISERTASI DOKTOR**

Judul Penelitian : Investigasi Komposisi dan Karakteristik LPG
Campuran Propana-Butana Pada *Fuel Line* Kendaraan
Berbahan Bakar LPG

Judul Disertasi : Karakteristik Pendinginan pada Proses Evaporasi LPG
[Studi pada Gabungan Sistem Bahan Bakar LPG dan
Sistem AC]

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 431/TEKNIK MESIN (dan Ilmu Permesinan Lain)

Peneliti

a. Nama Lengkap : Muji Setiyo, ST., MT.
b. NIDN : 0627038302
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
d. Program Studi : Mesin Otomotif
e. Nomor HP : 081328648046
f. Alamat surel (e-mail) : setiyo.muji@gmail.com
g. NIM : 147060200111022
h. Semester Ke : 2 (dua)


PT Penyelenggara : Universitas Brawijaya
Program Doktor : Ilmu Teknik Mesin
Nama Promotor : Prof. Ir. Sudjito, Ph.D
NIDN Promotor : 0030034702
Biaya yang Diusulkan : Rp. 50.000.000,-

Magelang, 8 April 2015


Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,
(Oesman Raliby, ST., M.Eng.)
NIK. 966800113

Peneliti,

(Muji Setiyo, ST., MT.)
NIK. 108306043


Menyetujui,
Ketua LP3M
(Dr. Suliswiyadi, M.Ag)
NIK. 966610111

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan Khusus Penelitian.....	4
1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian	4
1.5. Keterkaitan Penelitian dengan Penyelesaian Disertasi.....	5
1.6. Luaran Penelitian.....	5
1.7. Kontribusi (Manfaat) Terhadap Ilmu Pengetahuan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Review Penelitian Sistem AC Sebelumnya	6
2.2. Bahan Bakar LPG dan Penyerapan Kalor	9
2.3. Pendinginan Kabin dan Teori Refrigerasi	11
2.4. Refrigerasi Dengan Campuran Propane Dan Butane	13
2.5. Kerangka Konsep	15
2.6. Kebaruan Konsep	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Jenis dan Tempat Penelitian	16
3.2. Peta Jalan (<i>Road Map</i>) Penelitian	16
3.3. Bahan dan Peralatan Penelitian	17
3.4. <i>Set Up</i> Penelitian	17
BAB 4 BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	18
4.1. Anggaran Biaya.....	18
4.2. Jadwal Penelitian.....	18
DAFTAR PUSTAKA	19
Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian	21
Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian.....	22
Lampiran 3. Surat Keterangan Promotor.....	23
Lampiran 4. Biodata Peneliti.....	24
Lampiran 5. Surat Pernyataan Ketua Peneliti.....	29

RINGKASAN

Kegiatan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan penyerapan kalor selama proses penguapan LPG (efek pendinginan) pada kendaraan berbahan bakar LPG untuk mendinginkan kabin. Efek pendinginan yang dihasilkan evaporator LPG digabungkan dengan efek pendinginan oleh sistem AC mobil (hybrid system), sehingga akan menghasilkan kapasitas pendinginan yang lebih besar. Dengan kapasitas yang lebih besar, waktu yang digunakan untuk mencapai temperatur *comfortable* (*pull-down time*) menjadi lebih cepat. **Tujuan jangka panjang** dari penelitian ini untuk mereduksi konsumsi bahan bakar kendaraan akibat pembebanan sistem AC.

Permasalahannya, LPG merupakan campuran antara propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}), densitas butane lebih besar daripada propane sehingga pada kondisi cair dalam tabung, butane akan cenderung berada dibawah propane. Keduanya juga memiliki tekanan cairan dan tekanan uap yang berbeda pada temperatur yang sama sehingga membentuk campuran yang tidak dapat menyatu (zeotropic). Hipotesisnya adalah komposisi campuran akan berubah-ubah setiap perubahan tekanan dan kondisi isian tabung. Dari masalah tersebut, **tujuan khusus** kegiatan penelitian ini adalah untuk melakukan uji komposisi campuran propane dan butane yang mengalir ke pipa bahan bakar (*fuel line*) pada perubahan tekanan dan volume tabung sebagai dasar untuk analisis termodinamika.

Untuk membuktikan hipotesis, metode penelitian yang dipakai adalah simulasi dengan ANSYS dan kemudian divalidasi. Hasil simulasi ANSYS divalidasi dengan tahap eksperimental sungguhan (*true experimental research*) dengan gas Chromatography. LPG yang mengalir ke fuel line diuji komposisinya dari tabung terisi penuh (8 bar) sampai dengan tabung kosong. Perekaman data pada gas Chromatography dilakukan setiap penurunan tekanan 0,5 bar. Hasil simulasi dan pengujian kemudian dibandingkan, dianalisis, dan dipublikasikan dalam jurnal internasional.

Kata kunci : Kendaraan LPG, campuran zeotropic, komposisi LPG, efek pendinginan

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan bahan bakar alternatif yang memiliki seluruh properti kunci untuk mesin *spark ignition* (Werpy, Burnham and Bertram 2010). LPG juga menghasilkan emisi yang lebih rendah dari pada mode operasi bensin, baik pada pengujian *urban cycle* maupun *extra urban cycle* untuk semua parameter CO, CO₂, HC, dan No_x (Saraf, Thipse and Saxena 2009). **Di sisi lain**, LPG sebagai bahan bakar umumnya berpengaruh negatif terhadap daya (Murillo 2005) (Ceviz and Yuksel 2006). Salah satu penyebab penurunan daya ini adalah efisiensi volumetrik LPG yang lebih rendah dari bensin (Irimescu 2010) (Gumus 2011) (Masi and Gobbato 2012). Sebagian besar peneliti bahan bakar LPG berkonsentrasi pada karakteristik emisi gas buang dan perbandingannya dengan bahan bakar lain (A. Momenimovahed 2013) (J. H. Kwak 2014), karakteristik daya (Cesur 2011) (Sulaiman 2012), sistem suplai (H. S. Jin Wook Lee 2010) (Tae Young Kim 2014), dan karakteristik pembakaran untuk peningkatan daya dan penurunan emisi (Guangfei Xiao 2007) (H. S. Jin Wook Lee 2010) (Yun 2013). **Namun demikian**, dari hasil telaah literatur dalam lingkup kendaraan LPG, belum ditemukan kajian tentang pemanfaatan potensi energi penyerapan kalor pada perubahan fasa LPG selama proses penguapan pada vaporizer.

Di sisi lain, sistem *air conditioning* (AC) menjadi aksesoris utama pada pada mobil, baik sebagai pendingin (*cooler*) maupun sebagai pemanas ruangan kabin (*heater*). Pada sistem AC untuk pendinginan kabin, masalah pada saat mobil beroperasi adalah daya mesin menurun signifikan akibat pembebanan compressor dan meningkatkan konsumsi bahan bakar mencapai 35% (Kumar 2014) atau bahkan sampai 53% pada kondisi panas ekstrim (J. Benouali 2003). Dampak AC pada konsumsi bahan bakar memiliki dua efek utama, yaitu terkait dengan efek rumah kaca secara tidak langsung dan terkait ekonomi bahan bakar (J. Benouali 2003) (S.C. Vishweshwara 2013). Masalah lain adalah saat parkir terbuka pada siang hari dimana temperatur kabin yang dapat mencapai 70 °C (M.A. Jasni 2012) (Basar, et al. 2013) dan mempercepat kerusakan komponen interior (Hussain H. Al-Kayiem 2010).

Upaya yang dilakukan untuk mengurangi rugi daya akibat sistem AC dilakukan melalui berbagai cara. Salah satu cara adalah memanfaatkan gas buang sebagai pemasok panas pada sistem pendinginan absorpsi (Vicatos, Gryzagoridis and Wang 2008), (Sowjanya 2013). Informasi terbaru terkait pemanfaatan energi kinetis gas buang adalah sebagai penggerak kompresor AC dengan sistem turbo (Kumar 2014). Cara lain adalah dengan menambahkan sumber daya eksternal agar tidak mengurangi daya mesin dengan memanfaatkan *heat pump* sebagai sumber daya (Kondo, et al. 2011) dan menambahkan mesin berbahan bakar biogas berkecepatan putar konstan sebagai tenaga pemutar kompresor AC (Koli and Yadaf 2013). Sementara itu, upaya untuk memitigasi temperatur berlebih dalam kabin dilakukan dengan menambah sistem AC *portable* pada ruang kabin (Basar, et al. 2013) dan menambahkan ventilator dengan kipas yang digerakkan oleh panel surya (Saidur, Masjuki and Hasanuzzaman 2009) (S.C. Vishweshwara 2013).

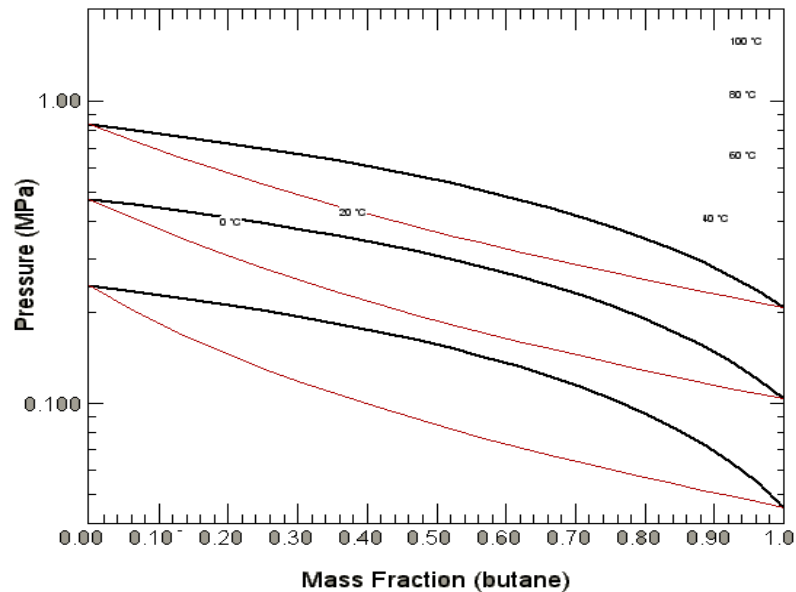
Terkait dengan studi ini, salah satu keuntungan adalah bahwa LPG dalam tabung berbentuk cairan dan keluar vaporizer berbentuk uap. Selama proses perubahan fasa ini membutuhkan kalor penguapan (kalor laten). Pada sistem yang ada, untuk menguapkan LPG dan mencegah timbulnya lapisan es (*icing*) pada dinding vaporizer dilakukan dengan cara mengalirkan sebagian air pendingin mesin (*coolant*) melalui rongga-rongga vaporizer. Hasil studi yang dilakukan (Price, Guo and Hirschmann 2004) pada vaporizer *Necam* menunjukkan dengan laju aliran massa LPG sebesar 6 g/s dan laju aliran air pendingin 0,1 kg/s mampu menurunkan temperatur *coolant* sampai 7K (tanpa penambahan *heat exchanger*). **Namun demikian**, pemanfaatan air pendingin menyebabkan temperatur uap LPG dapat mencapai 50 °C pada saat keluar vaporizer. Pada kondisi ini volume spesifiknya menjadi besar sehingga dapat mengurangi massa udara yang terisap ke mesin. **Sementara itu**, LPG pada tekanan 100 kpa dapat menguap pada -42 °C untuk propane dan -0,5 °C untuk butane. Kondisi ini memungkinkan untuk diuapkan dengan mengalirkan udara dengan temperatur lingkungan, sehingga menghasilkan efek pendinginan dan sekaligus dapat menurunkan volume spesifik LPG saat keluar vaporizer.

Pemanfaatan aliran LPG untuk menghasilkan efek pendinginan (*direct refrigeration*) pernah dilakukan oleh (Hussain and Gupta 2014) yang menghasilkan COP lebih tinggi dari domestik refrigerator. Sementara itu, performance campuran propane (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) sebagai refrigerant hydrocarbon diantaranya dilakukan oleh (Alsaad and Hamaad 1998), (Wongwises and Chimres 2005), (Dalkilic and Wongwises 2010), (Austin, Kumar and Nanthavelkumaran 2012), dan (Agrawal and Matani 2013). Lebih lanjut, merujuk pada potensi penyerapan kalor selama perubahan fasa LPG dari cair ke uap pada vaporizer (Price, Guo and Hirschmann 2004), penelitian ini akan mengkaji secara mendalam potensi penyerapan kalor selama proses penguapan LPG sebelum masuk ke mesin sebagai bahan bakar.

Agar diperoleh efek pendinginan yang dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan kabin, diusulkan proses penyerapan kalor tersebut dialihkan dari vaporizer (original) ke sebuah evaporator tambahan yang memiliki luasan yang lebih besar dari penampang bidang kontak LPG dengan *coolant* pada vaporizer, dengan menambahkan katup ekspansi pada input evaporator dan sebuah akumulator uap setelah evaporator. Evaporator tersebut dipasang sebelum vaporizer/ regulator. Dalam studi ini, vaporizer/ regulator LPG tetap dipertahankan untuk mengatur laju aliran massa LPG yang dibutuhkan mesin (bukan sebagai penurun tekanan). Udara dialirkan menembus evaporator, LPG akan menguap dengan mengambil kalor dari udara, dan udara yang lebih dingin tersebut disuplaikan ke kabin.

1.2. Permasalahan

LPG merupakan campuran antara propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}). Permasalahannya adalah densitas butane lebih besar daripada propane sehingga pada kondisi cair dalam tabung, butane akan cenderung berada dibawah propane. Keduanya juga memiliki tekanan cairan dan tekanan uap yang berbeda pada temperatur yang sama sehingga membentuk campuran yang tidak dapat menyatu (*zeotropic*). Hal ini berakibat komposisi campuran keduanya akan berubah-ubah setiap perubahan tekanan dan kondisi isian tabung.



Gambar 1.1. Diagram P-x campuran propane/butane

Oleh karena itu, berangkat hasil kajian literatur dan fenomena diatas permasalahan penelitian ini adalah **“Bagaimana komposisi dan karakteristik campuran propane dan butane yang mengalir ke pipa bahan bakar (*fuel line*) pada perubahan tekanan dan volume tabung/ tangki”**.

1.3. Tujuan Khusus Penelitian

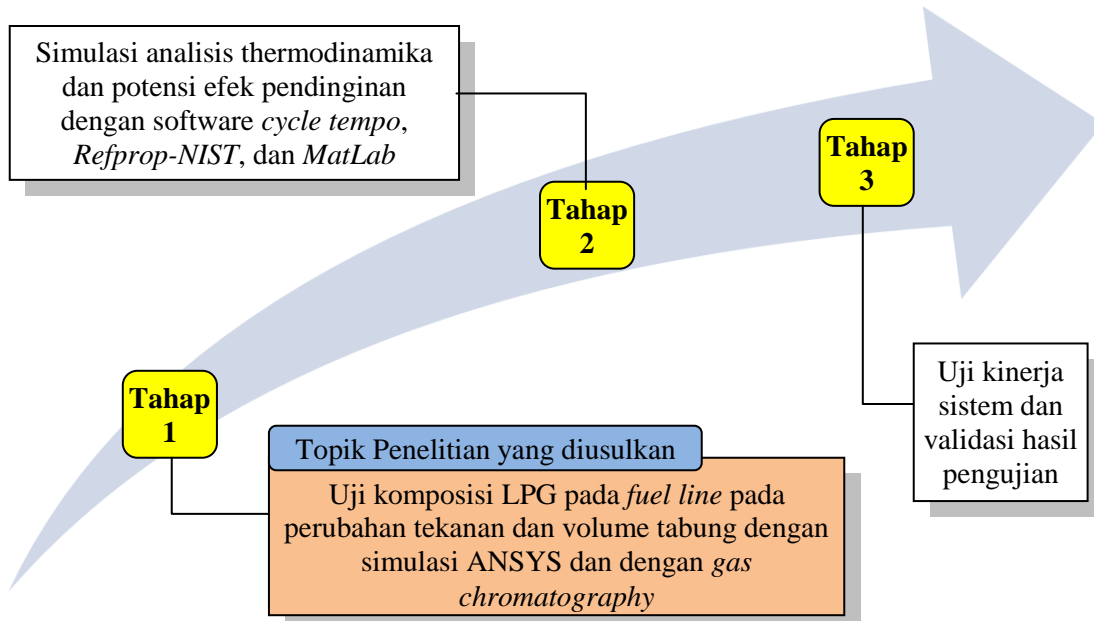
Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk melakukan uji komposisi campuran propane dan butane yang mengalir ke pipa bahan bakar (*fuel line*) pada perubahan tekanan dan volume tabung sebagai dasar untuk analisis termodinamika.

1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Dari hasil telaah literatur dan *state of the art* penelitian tentang bahan bakar LPG, belum ditemukan data yang menyajikan komposisi campuran propane-butane yang mengalir ke pipa bahan bakar (*fuel line*) pada perubahan tekanan dan volume tabung/ tangki.

1.5. Keterkaitan Penelitian dengan Penyelesaian Disertasi

Keterkaitan topik penelitian ini dengan penyelesaian disertasi disajikan dalam gambar 1.2 . Penelitian yang diusulkan ini merupakan bagian awal (Tahap 1) dari 3 tahapan penyelesaian disertasi.



Gambar 1.2 Keterkaitan topik penelitian dengan penyelesaian disertasi

1.6. Luaran Penelitian

1. Target Luaran : a. Draft Disertasi dan Publikasi pada jurnal internasional
b. Buku Teks
2. Jurnal yang dituju
Prioritas 1 : *Applied Thermal Engineering* (H Index: 72)
Prioritas 2 : *International Journal of Automotive Technology and Management* (H Index: 10)

1.7. Kontribusi (Manfaat) Terhadap Ilmu Pengetahuan

Data hasil penelitian ini menjadi dasar pengembangan konsep baru dalam sistem hybrid, yaitu penggabungan sistem bahan bakar gas dan sistem AC kendaraan. Efek pendinginan yang dihasilkan dari proses evaporasi LPG (campuran propane-butane) digabungkan dengan efek pendinginan dari sistem AC. Teknologi ini sangat bermanfaat pada aplikasi kendaraan gas yang beroperasi di negara-negara tropis, termasuk Indonesia.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Review Penelitian Sistem AC Sebelumnya

Antara tahun 1995 dan 1998, *Center for Energy Studies* (CENERG) dan *French Energy Agency* (ADEME) melakukan dua serangkaian tes untuk mengidentifikasi konsumsi bahan bakar yang berlebihan akibat pembebanan sistem AC. Objek penelitian ini adalah tiga jenis model mesin yaitu mesin bensin, mesin diesel hisapan biasa, dan mesin diesel dengan turbocharger. Pengujian dilakukan di *United Test and Assembly Center* (UTAC) dengan siklus pengujian terstandar *Motor Vehicle Environment Group* (MVEG) pada dua suhu ambient 30 °C dan 40 °C. Hasil pengukurannya disajikan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Konsumsi bahan bakar berlebih akibat pembebanan sistem AC

	Relative over consumption (%) referred to the baseline consumption of the car					
	Gasoline engine		Diesel engine		Turbo-Diesel engine	
Cycle	30°C	40°C	30°C	40°C	30°C	40°C
Urban	31 %	38 %	26 %	28 %	40 %	42 %
Extra-urban	16 %	20 %	12 %	15 %	28 %	33 %

sumber : (J. Benouali 2003)

Hasil studi CENERG dan ADEME kemudian dikonfirmasi kembali oleh (J. Benouali 2003) dengan jenis mobil dan kondisi yang berbeda. Penelitian dilakukan pada suhu udara ambien 28 °C, 50% RH yang mewakili kondisi musim panas rata-rata Eropa dan suhu udara ambien 35 °C, 60% RH yang mewakili kondisi panas tinggi Eropa, dengan tidak ada radiasi matahari selama pengujian. Pengujian dilakukan pada *test bench*, dengan kompresor yang digerakkan oleh motor listrik. Siklus pengemudian mengikuti pola yang ditentukan oleh MVEG. Hasil studi ini menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar yang berlebihan karena operasi AC adalah antara 1 sampai 2.45 l/100 km atau sekitar 21-53%. Dugaan sementara dari studi ini adalah efisiensi kompresor yang rendah dan permukaan condenser yang terbatas. Dari temuan ini, kemudian berkembang penelitian rekayasa untuk mereduksi pembebanan mesin akibat sistem AC.

2.1.1 Metode untuk mereduksi peningkatan konsumsi bahan bakar dan penurunan daya akibat pembebanan sistem AC

Berbagai metode dan pendekatan dilakukan oleh para peneliti untuk mereduksi peningkatan konsumsi bahan bakar dan penurunan daya akibat pembebanan sistem AC. Dari penelusuran dan telaah pustaka, lingkup penelitian yang sudah dilakukan adalah :1) memperbaiki kinerja sistem yang ada melalui optimalisasi dimensi komponen dan beberapa pengaturan baik secara elektronik maupun pneumatic; dan 2) optimalisasi fungsional sistem AC untuk beberapa kondisi kebutuhan, dan 3) penggunaan refrigerant alternative.

Dalam hal perbaikan kinerja sistem yang sudah ada, salah satunya dilakukan dengan penggunaan *variable capacity compressor* (VCC). Hasilnya menunjukkan bahwa operasi dengan VCC menghasilkan COP yang lebih tinggi dari operasi dengan *fixed capacity compressor* (FCC) pada beban pendinginan rendah (Alpaslan Alkan 2010). Kaitannya dengan penghematan bahan bakar, dan penurunan emisi mobil, (Zima, et al. 2014) melakukan konfirmasi terhadap kinerja *variable displacement compressor*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa *variable displacement compressor* dapat menghemat bahan bakar dan menurunkan CO₂ sampai 1,0 g/km dengan pengaturan *pneumatic* dan menurunkan CO₂ 0,4 g/km dengan pengaturan elektronik.

2.1.2 Metode alternatif untuk menggerakkan sistem AC mobil

Sistem AC mobil secara umum bekerja berdasarkan siklus kompresi uap. Namun karena tuntutan efisiensi mesin dan isu lingkungan, beberapa tahun ini dikembangkan sistem absorpsi. (Vicatos, Gryzagoridis and Wang 2008) memanfaatkan energi thermal dari gas buang untuk daya refrigerasi absorpsi sistem AC pada kendaraan penumpang. Desain teoritis yang dibuat kemudian diverifikasi di laboratorium dan tes jalan. Rekayasa ini telah dimanfaatkan walaupun hanya menghasilkan COP yang kecil dengan angka 0,8 sampai 0,9. Sistem ini juga di uji coba oleh (Tiwari and Parishwad 2012) yang diaplikasikan pada truk. Sistem absorpsi yang dikembangkan menghasilkan efek pendinginan sebesar 1 sampai 1,2 kW, dengan nilai COP yang juga relatif kecil yaitu sebesar 0,4 sampai 0,45.

Sistem absorpsi lain juga dikenalkan oleh (Vesta, et al. 2012) dengan sistem *water chiller* yang memanfaatkan loop air pendingin mesin. Pengujian dilakukan dengan menginstal chiller adsorpsi ke kabin truk membuktikan fungsi prototype. Rekayasa ini mampu menghasilkan aliran udara bertemperatur 9 °C dengan daya pendinginan diperkirakan mencapai 2 kW. Penelitian lain tentang sistem absorpsi juga dilakukan oleh (Pathania and Mahto 2012).

Selain sistem absorpsi, dikembangkan pula sistem penggerak kompresor dengan daya eksternal. (Koli and Yadaf 2013) melakukan pendekatan dengan memasang mesin berbahan bakar biogas untuk menggerakkan kompresor AC. Tujuannya untuk mengurangi kebutuhan daya mesin dan mengurangi emisi. Dengan sistem ini, mampu menghasilkan 1 ton refrigerasi (TR) yang setara dengan beban pendinginan mobil penumpang (4 + 1). Persyaratan minimum dari sistem AC mobil juga terpenuhi, suhu evaporator coil yang mencapai 11°C; dan suhu ruangan mencapai hingga 22 °C dengan konsumsi biogas 0,20 m³. Penelitian ini merujuk pada (Det Damrongsak 2010) yang melepas sistem AC dari mobil untuk diuji dengan mesin berbahan bakar biogas berukuran kecil (*compact modular*). Rekayasa ini menghasilkan efek pendinginan 3,5 kW pada putaran kompresor 1000 rpm.

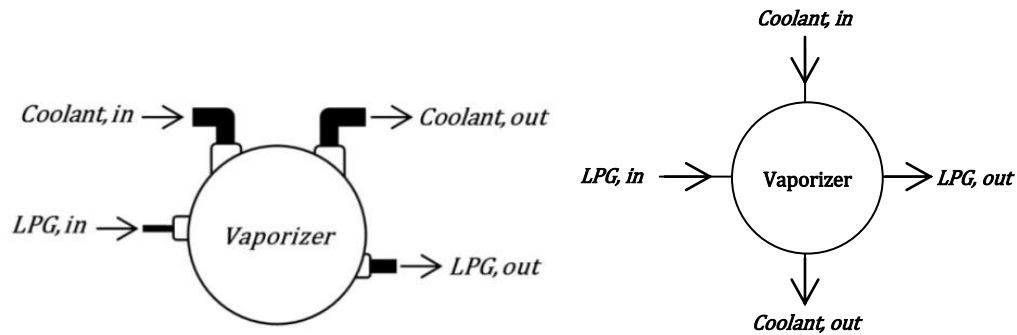
Sebuah konsep baru untuk menggerakkan kompresor AC sebagai upaya untuk mengurangi beban mesin dilakukan dengan sistem turbo. Energi kinetis dan tekanan gas buang digunakan untuk memutar baling baling turbo untuk memutar kompresor AC dengan penghubung sebuah magnetic gear (Kumar 2014). Metode yang digunakan adalah simulasi dengan CFD. Salah satu keuntungan utama dari konsep ini adalah dapat diaplikasikan dengan mudah untuk digunakan pada mesin daya rendah dan dapat memastikan AC berkapasitas tinggi. Konsep ini menawarkan pemanfaatan energi gas buang yang lebih baik dan dapat mereduksi konsumsi bahan bakar.

Tabel 2.2 Ringkasan metode alternatif untuk menggerakkan sistem AC dan memitigasi temperatur tinggi pada kabin

No	Peneliti	Lingkup dan Metode	Parameter kinerja			
			CO P	RE (kW)	T _{out} _{evap} (°C)	T _{kabin} (°C)
1	(Vicatos, Gryzagoridis and Wang 2008)	Memfaatkan energi dari gas buang untuk daya sistem refrigerasi absorpsi	0,08-0,09	2,12	-	-
2	(Tiwari and Parishwad 2012)	Memfaatkan energi dari gas buang untuk daya sistem refrigerasi absorpsi	0,4-0,45	1-1,2	-	-
3	(Vesta, et al. 2012)	Sistem absorpsi dengan water chiller untuk kabin truk	0,25-0,45	1-2,3	8-14	28-36
4	(Kumar 2014)	Mengubah energi kinetik dari gas buang menjadi tenaga yang berguna untuk menjalankan kompresor AC.	-	-	-	-
5	(Koli and Yadaf 2013)	Menambahkah mesin penggerak compressor berbahan bakar bio gas	3,5	1,36	11	22

2.2. Bahan Bakar LPG dan Penyerapan Kalor

Sistem bahan bakar LPG secara umum terbagi dalam dua kategori, sistem mixer dan sistem injektor. Perbedaan kedua sistem tersebut terdapat pada bagaimana memasukkan LPG ke aliran udara pada *throttle body* atau *intake manifold*. Kesamaannya adalah LPG sebelum masuk ke mixer atau injektor dilewatkan sebuah vaporizer yang berfungsi untuk menurunkan tekanan sehingga terjadi perubahan fasa dari cair ke uap super panas. Untuk menguapkan LPG dan mencegah terjadinya pembekuan (*icing*), pada sekeliling aliran LPG didalam vaporizer disirkulasikan air panas yang diambilkan dari sebagian sirkulasi *engine coolant*. Sketsa fisik vaporizer dan skema alirannya disajikan dalam gambar 2.1 (Price, Guo and Hirschmann 2004).



Gambar 2.1 Skema tranfer kalor pada vaporizer

Pada saat mesin beroperasi, terjadi transfer kalor dari *coolant* ke LPG secara kontinyu. Berdasarkan hukum termodinamika ke-1 dengan asumsi tidak ada kalor yang tertransfer dari bodi vaporizer ke lingkungan, besarnya kalor yang tertransfer dari aliran air pendingin (*coolant*) ke LPG adalah sebagai berikut (Price, Guo and Hirschmann 2004).

$$Q_L = Q_c \quad (2.1)$$

$$Q_L = m_c \cdot C_{p,c} \cdot \Delta T_c \quad (2.2)$$

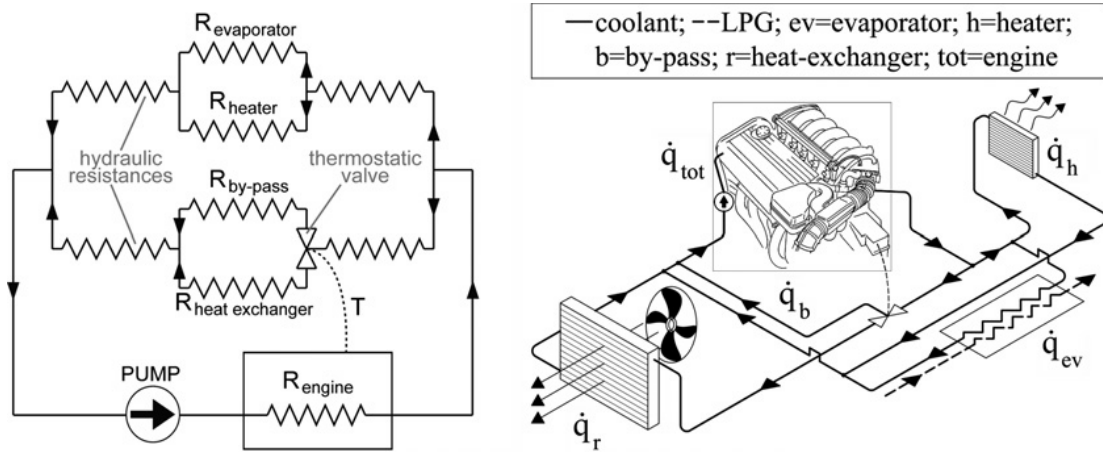
$$\Delta T_c = \frac{Q_{into_LPG}}{m_c \cdot C_{p,c}} \quad (2.3)$$

Pada kenyataanya, kalor yang diterima LPG lebih kecil dari pada yang dilepas oleh *coolant*. Hal ini terjadi karena sebagian kalor tertransfer ke lingkungan melalui body vaporizer. Dengan demikian besarnya energi kalor aktual yang diserap LPG dari *coolant* diformulasikan dengan persamaan berikut.

$$Q_L = m_L(h_{L,o} - h_{L,i}) \quad (2.4)$$

Hasil studi ini menunjukkan bahwa dengan aliran *coolant* sebesar 0,1 kg/s mampu menurunkan temperatur *coolant* sebesar 7 °C dan meningkatkan temperatur LPG ± 55°C. Pada studi ini, proses pertukaran kalor terjadi pada bidang kontak yang relatif kecil dan besarnya energi kalor yang ditransfer sangat bergantung terhadap laju aliran massa LPG dan kondisi lingkungan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan data yang berbeda pada pengujian musim panas (*hot climate*) dan musin dingin (*cold climate*).

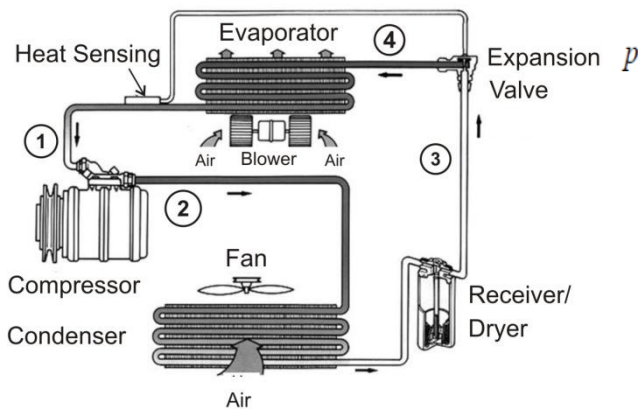
(Masi and Gobbato 2012), melakukan pengukuran terhadap performa vaporizer LPG. Converter kits yang digunakan adalah generasi ketiga (vaporizer-injector) yang bekerja sequensial dengan pengendali sebuah ECU. Dalam penelitian ini, untuk menguapkan LPG pada vaporizer juga digunakan sebagian aliran sirkuit *coolant* dengan sketsa sebagai berikut (gambar 2.2).



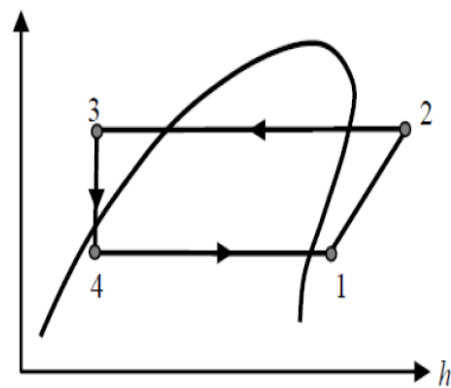
Gambar 2.2 Skema aliran *coolant* pada vaporizer LPG

2.3. Pendinginan Kabin dan Teori Refrigerasi

Secara umum, sistem refrigerasi kompresi uap pada mobil digambarkan sebagai berikut (Daly 2006).



Gambar 2.3 Sistem AC kompresi uap pada mobil



Gambar 2.4 diagram P-h siklus refrigerasi kompresi uap

Mengacu pada diagram P-h pada gambar 2.4, persamaan dasar pada sistem refrigerasi kompresi uap dengan mengabaikan energi kinetik dan energi potensial dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Chandrasekharan 2014).

$$\dot{Q}_{CV} - \dot{W}_{CV} = \sum_o(\dot{m}_r h) - \sum_i(\dot{m}_r h) \quad (2.5)$$

Dari persamaan (2.8) tersebut, maka persamaan untuk masing-masing kondisi kerja pada komponen AC dirumuskan sebagai berikut :

1. Kalor yang terserap evaporator

$$\dot{Q}_{EV} = \dot{m}_r (h_1 - h_4) \quad (2.6)$$

2. Kalor yang terbuang lewat condenser

$$\dot{Q}_C = \dot{m}_r (h_3 - h_2) \quad (2.7)$$

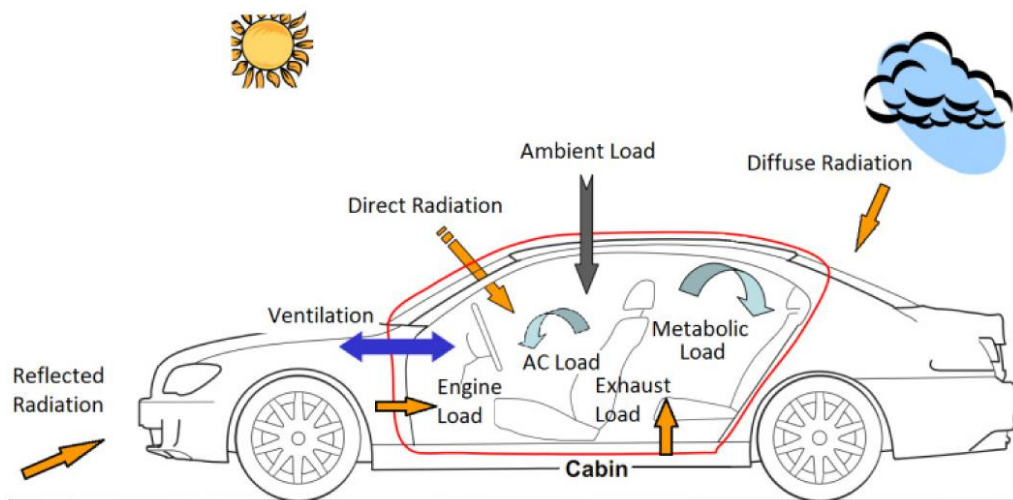
3. Kerja kompresor

$$\dot{W}_c = \dot{m}_r (h_1 - h_2) \quad (2.8)$$

4. Kerja katup ekspansi/ *throttling*

$$\dot{m}_r h_3 = \dot{m}_r h_4 \quad (2.9)$$

Beban berat sistem AC adalah untuk mengkompensasi beban thermal yang ada di dalam kabin sampai diperoleh standar temperatur kenyamanan (*comfortable temperature*) . Salah satu cara untuk menghitung beban thermal dalam kabin adalah dengan *Heat Balance Method* (HBM) yang digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.5 Heat Balance pada kabin

Total beban thermal yang menjadi beban AC disajikan dalam persamaan berikut (Fayazbakhsh and Bahrami 2013) dan (Vaghela and Kapadia 2014).

$$\dot{Q}_{AC} = -(\dot{Q}_{Met} + \dot{Q}_{Dir} + \dot{Q}_{Dif} + \dot{Q}_{Ref} + \dot{Q}_{Amb} + \dot{Q}_{Exh} + \dot{Q}_{Eng} + \dot{Q}_{Ven}) \quad (2.10)$$

$$\dot{Q}_{AC} = -\frac{(m_a c_a + DTM)(T_i - T_{comf})}{t_c} \quad (2.11)$$

T_{comf} adalah temperatur target (*comfortable*) yang distandarkan oleh ASHRAE, yaitu sebuah temperatur kenyamanan dalam kendaraan secara umum. Sementara t_c adalah waktu konstan untuk mencapai temperatur comfortable setiap penurunan tempertur sebesar 1K (*pull-down contant*). Nilai t_c dipengaruhi oleh total waktu untuk mencapai tempertur comfortable (*pull-down time, t_p*) dan beda tempertur antara temperatur rata-rata kabin saat AC dihidupkan (temperatur awal) dengan temperatur *comfortable*. Dengan persamaan (2.10) dan (2.11) sebagai perhitungan beban thermal AC, *pull-down constant* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$t_c = \frac{t_p}{\ln|T_0 - T_{Comf}|} \quad (2.12)$$

2.4. Refrigerasi Dengan Campuran Propane Dan Butane

Studi tentang potensi hydrocarbon (HC) sebagai refrigerant pengganti CFC dan HFC umumnya adalah alasan untuk memperbaiki efek lingkungan. Propane dan butane atau campuran keduanya merupakan hydrocarbon yang memiliki sifat kunci sebagai refrigerant. Salah satu studi tentang pemanfaatan LPG sebagai refrigerant dilakukan oleh (Alsaad and Hamaad 1998) untuk menggantikan refrigerant CFC 12. Campuran 24,4% propane, butane 56,4% dan 17,2% isobutene yang diperoleh dari LPG rumah tangga dipilih karena harhanya lebih murah dan tidak menimbulkan *ozone depletion potential* (ODP). Temperatur evaporator dengan refrigerant LPG mampu mencapai -15°C dengan nilai COP 3,4 pada temperatur kondensor 27°C dan temperatur ambient 20°C .

LPG campuran dengan komposisi yang berbeda juga diteliti oleh (Austin, Kumar and Nanthavelkumaran 2012). Campuran yang digunakan adalah 24.4% propane, 56.4% butane, dan 17.2% isobutene untuk menggantikan refrigerant HFC-134a. Penelitian ini menggunakan perangkat refrigerator domestik. Hasil studi ini menunjukkan refrigerant campuran hydrocarbon menghasilkan kinerja yang setara (*comparable*) dengan HFC-134a dan mampu menghasilkan temperatur evaporator mencapai $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan COP 6,4 pada temperatur ambient $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

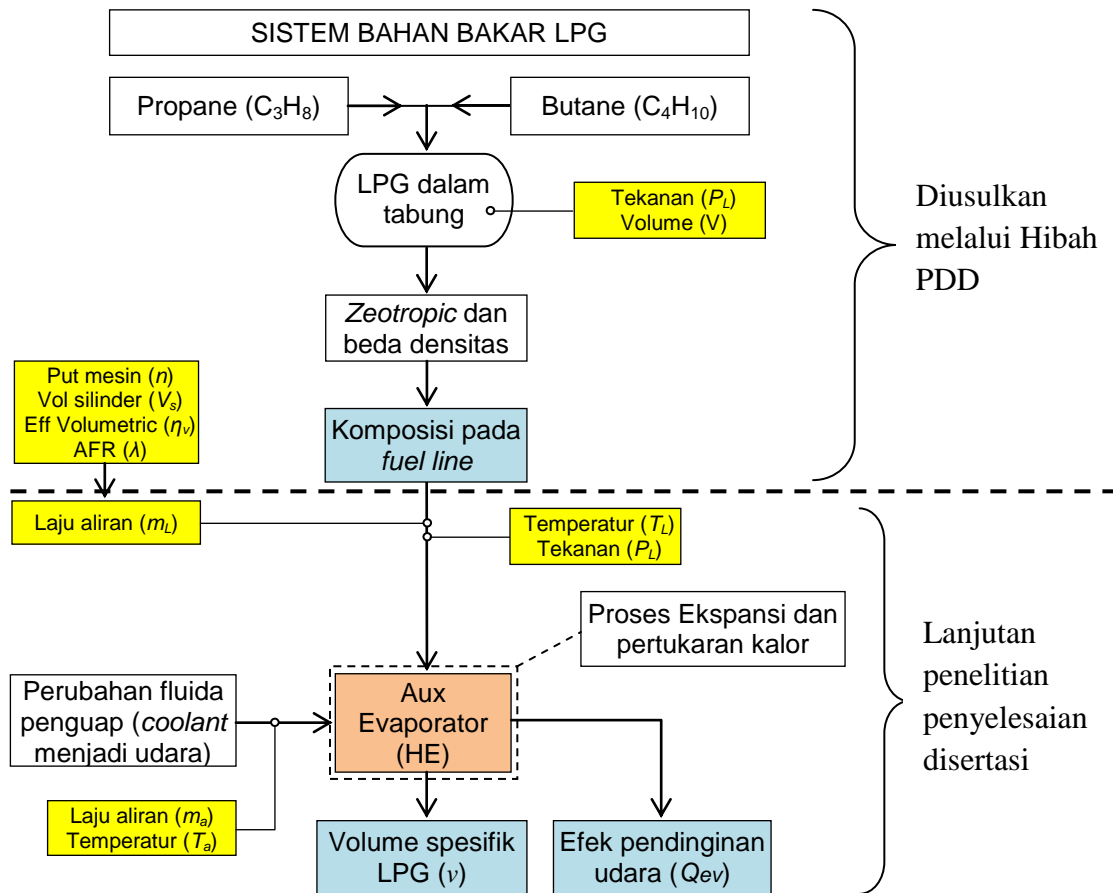
Campuran refrigerant propane (R-290) dan butane (R-600) diteliti oleh (Wongwises and Chimres 2005) untuk menggantikan refrigerant HFC-134a. Percobaan dilakukan dengan pada kondisi beban yang sama sekitar suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa propana/ butana pada perbandingan campuran 60%/40% adalah campuran yang paling sesuai dengan kinerja refrigerant HFC-134a. Campuran refrigerant propane (R-290) dan n-butane (R-600a) pada perbandingan campuran 40%/60% basis massa juga ditemukan untuk menjadi alternative refrigerant yang setara dengan kinerja refrigeran R-12 (Dalkilic and Wongwises 2010).

Analisis kinerja pada sistem refrigerasi kompresi uap dengan refrigerant campuran hydrocarbon (R290 / R600a) sebagai pengganti R134a juga diberikan oleh (Agrawal and Matani 2013). Nilai COP campuran HC (R290 / R600a) terbukti lebih tinggi dari R134a pada kondisi tekanan 80 Lb/In^2 dan diameter pipa kapiler 0,5 inchi.

Terkait dengan studi ini, sebuah keuntungan adalah LPG (campuran propane/butane) dalam tabung berbentuk cairan bertekanan 0,8-1,2 MPa dan keluar vaporizer sebagai bahan bakar dalam bentuk uap super panas bertekanan 0,1 sampai 0,12 MPa. Efek pendinginan akan diperoleh tanpa kerja kompresor dan pendinginan condenser. Sebagai perbandingan, potensi aliran LPG untuk menghasilkan efek pendinginan (*direct refrigeration*) sudah dibuktikan oleh (Hussain and Gupta 2014) yang menghasilkan COP lebih tinggi dibandingkan dengan refrigerant tradisional.

2.5. Kerangka Konsep

Kerangka konseptual terkait pemanfaatan kalor penguapan LPG untuk menghasilkan efek pendinginan udara ini disajikan dalam gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Kerangka konsep penelitian

2.6. Kebaruan Konsep

1. Informasi fraksi massa komposisi propane – butane pada *fuel line* selama proses pengosongan tabung LPG
2. Sebuah metode baru untuk menghasilkan efek pendinginan pada mobil, yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kapasitas pendinginan pada kabin, memperpendek *pull-down time*, dan memperpanjang *holding time* pada sistem AC mobil.

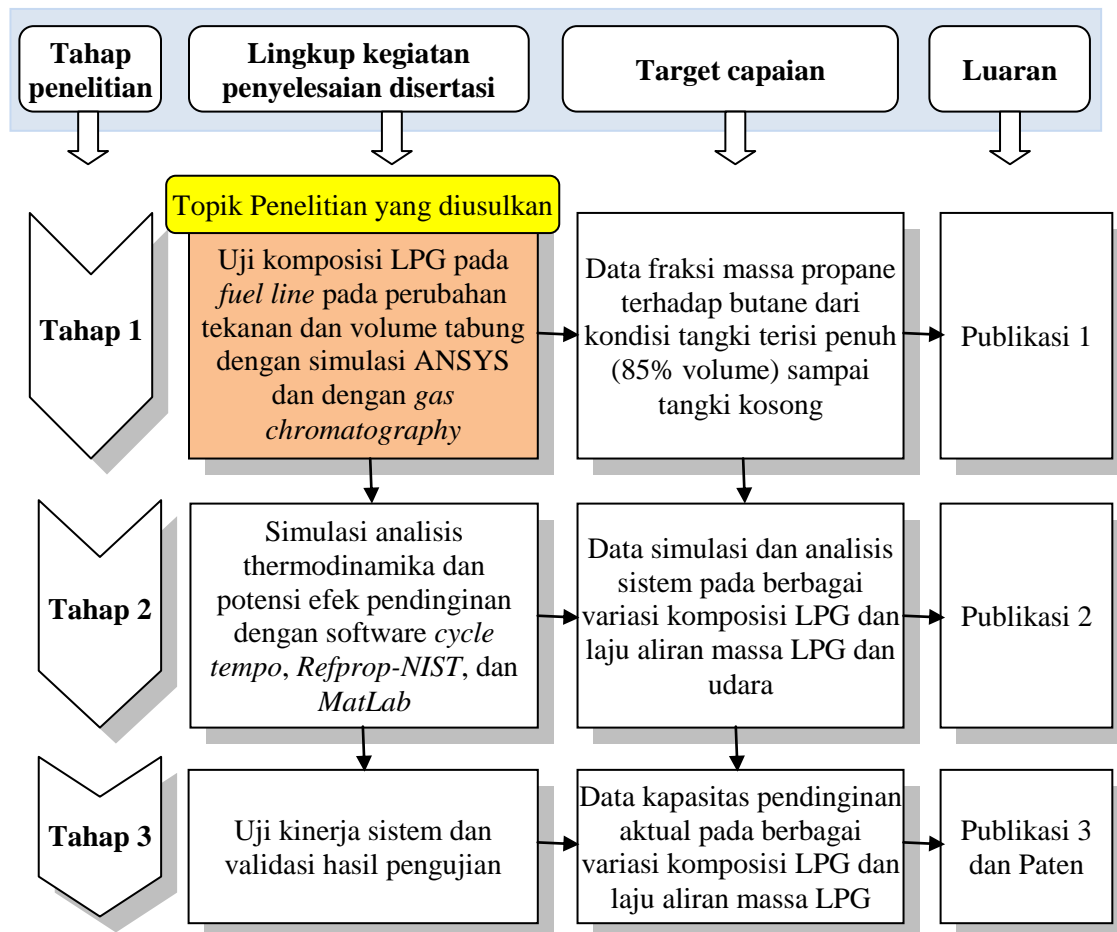
BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan yaitu

1. Tahap simulasi dengan ANSYS, direncanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
2. Tahap eksperimental sungguhan (*true experimental research*) direncanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

3.2. Peta Jalan (*Road Map*) Penelitian



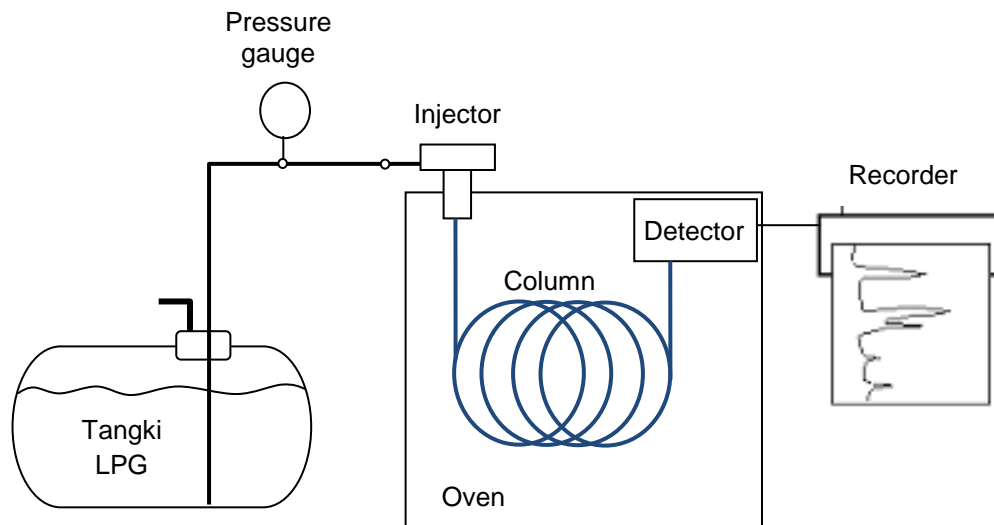
Gambar 3.1 Keterkaitan topik penelitian dengan penyelesaian disertasi

3.3. Bahan dan Peralatan Penelitian

Perangkat percobaan ini adalah satu unit converter kits merk Tesla A-100. LPG yang digunakan adalah LPG produk Pertamina dengan komposisi 50% propane dan 50% butane. Alat simulasi yang digunakan adalah ANSYS, sedangkan alat uji untuk memvalidasi digunakan gas Chromatography.

3.4. Set Up Penelitian

Pengujian komposisi LPG pada *fuel line* direncanakan menggunakan *gas chromatography* dengan rancangan pengambilan data sebagai berikut.



Gambar 3.2 Set Up penelitian uji komposisi LPG

BAB 4 BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1. Anggaran Biaya

Tabel 4.1 Anggaran Biaya

No	Jenis Pengeluaran	Biaya (Rp)	%
1	Gaji dan upah (Max 20%)	10.080.000	20%
2	Peralatan penunjang dan bahan habis pakai (40-60%)	26.600.000	53%
3	Perjalanan (Maks 15%)	6.500.000	13%
4	Lain lain (10-15%)	6.820.000	14%
Jumlah		50.000.000	100%

4.2. Jadwal Penelitian

Tabel 4.2 Jadwal kegiatan

No	Kegiatan	Bulan ke											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	Simulasi dengan ANSYS												
2.	Membuat desain eksperimen												
3.	Uji komposisi LPG dengan <i>Gas Chromatography</i>												
4.	Olah data penelitian												
5.	Semiar hasil penelitian												
6.	Penulisan artikel jurnal												
7.	Proses pengiriman artikel, review, dan perbaikan												
8.	Pelaporan kegiatan penelitian												

DAFTAR PUSTAKA

- A. Momenimovahed, J. S. (2013). Effect Of Fuel Choice On Nanoparticle Emission Factors In LPG-Gasoline Bi-Fuel Vehicles. *International Journal of Automotive Technology* , 14 (1), 1-11.
- Agrawal, M. K., & Matani, A. G. (2013). Evaluation of Vapour Compression Refrigeration System Using Different Refrigerants. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)* , 2 (9), 86-92.
- Alpaslan Alkan, M. H. (2010). Comparative performance of an automotive air conditioning system using fixed and variable capacity compressors. *International Journal of Refrigeration* , 33, 487 – 495.
- Alsaad, M. A., & Hamaad, M. A. (1998). The application of propane/butane mixture for domestic Refrigerants. *Applied Thermal Engineering* , 18 (1998), 911- 918.
- Austin, N., Kumar, P. S., & Nanthavelkumaran, N. (2012). Thermodynamic Optimization of Household Refrigerator Using Propane –Butane as Mixed Refrigerant. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* , 2 (6), 268-271.
- Cesur, I. (2011). The effects of modified ignition timing on cold start HC emissions and WOT performance of an LPG fuelled SI engine with thermal barrier layer coated piston. *International Journal of the Physical Sciences* , 6 (3), 418-424.
- Chandrasekharan, M. (2014). Exergy Analysis of Vapor Compression Refrigeration System Using R12 and R134a as Refrigerants. *International Journal of Students' Research in Technology & Management* , 2 (4), 134-139.
- Dalkilic, A. S., & Wongwises, S. (2010). A performance comparison of vapour-compression refrigeration system using various alternative refrigerants. *International Communications in Heat and Mass Transfer* , 37 (2010), 1340–1349.
- Daly, S. (2006). *Automotive Air-conditioning and Climate Control Systems*. Oxford, UK: Elsevier Ltd.
- Fayazbakhsh, M. A., & Bahrami, M. (2013, Augustus 4). Comprehensive Modeling of Vehicle Air Conditioning Loads Using Heat Balance Method. *SAE Paper* .
- Guangfei Xiao, X. Q. (2007). Investigation Of Running Behaviors Of An LPG SI Engine With Oxygen-Enriched Air During Start/Warm-Up And Hot Idling. *International Journal of Automotive Technology* , 8 (4), 437-444.
- Hussain H. Al-Kayiem, M. F. (2010). Study on the Thermal Accumulation and Distribution Inside a Parked Car Cabin. *American Journal of Applied Sciences* , 7 (6), 784-789.
- Hussain, I., & Gupta, K. (2014). Design of LPG Refrigeration System and Comparative Energy Analysis with Domestic Refrigerator. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology* , 3 (7), 206-2013.
- J. Benouali, D. C. (2003). Fuel consumption of Mobile air conditioning Method of testing and results. *The Earth Technology Forum*, (hal. 1-10). Washington DC.
- Jin Wook Lee, H. S. (2010). Effect Of Various LPG Supply Systems On Exhaust Particle Emission In Spark-Ignited Combustion Engine. *International Journal of Automotive Technology* , 14 (6), 793-800.
- Jin Wook Lee, H. S. (2010). Effect Of Various LPG Supply Systems On Exhaust Particle Emission In Spark-Ignited Combustion Engine. *International Journal of Automotive Technology* , 11 (6), 793-800.

- Koli, S. R., & Yadaf, S. D. (2013). Experimental Investigation Of Air Conditioning System In Automobile Using A Constant Speed Biogas Engine. *International Journal of Automobile Engineering Research and Development (IJAERD)* , 3 (1), 15-20.
- Kondo, T., Katayama, A., Suetake, H., & Morishita, M. (2011). Development of Automotive Air-Conditioning Systems by Heat Pump Technology. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review* , 48 (2), 27-32.
- Kumar, S. (2014). Analysis On Turbo Air-Conditioner: An Innovative Concept. *International Journal of Mechanical And Production Engineering* , 2 (3), 38-41.
- M.A. Jasni, F. N. (2012). Experimental Comparison Study of the Passive Methods in Reducing Car Cabin Interior. *International Conference on Mechanical, Automobile and Robotics Engineering (ICMAR)*, (hal. 229-233). Penang.
- Murillo. (2005). LPG:Pollutant emission and performance enhancement for spark-ignition four strokes outboard engines. *Applied Thermal Engineering* , 1882–1893.
- Pathania, A., & Mahto, D. (2012). Recovery of Engine Waste Heat for Reutilization in Air Conditioning System in an Automobile: An Investigation. *Global Journal of researches in engineering Mechanical and mechanics engineering* , 12 (1).
- Price, P., Guo, S., & Hirschmann, M. (2004). Performance of an evaporator for a LPG powered vehicle. *Applied Thermal Engineering* (24), 1179-1194.
- R.R. Saraf, S. a. (2009). Comparative Emission Analysis of. *International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 199-202.
- S.C. Vishweshwara, J. M. (2013). Study of Excessive Cabin Temperatures of the Car Parked in Oman and its Mitigation. *International Journal Of Multidisciplinary Sciences And Engineering* , 4 (9), 18-22.
- Saraf, R. R., Thipse, S. S., & Saxena, P. K. (2009). Comparative Emission Analysis of Gasoline/LPG Automotive Bifuel Engine. *International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 1 (4).
- Tae Young Kim, Y. L. (2014). Effects of shape and surface roughness on icing and condensation characteristics of an injector in a liquid phase LPG injection system. *Fuel* , 82–92.
- Tiwari, H., & Parishwad, G. V. (2012). Adsorption Refrigeration System for Cabin Cooling of Trucks. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* , 2 (10), 337-342.
- Vaghela, J. K., & Kapadia, R. G. (2014). The Load Calculation of Automobile Air Conditioning System. *International Journal of Engineering Development and Research* , 2 (1), 97-109.
- Vesta, S., Freni, A., Sapienza, A., Costa, F., & Restuccia, G. (2012). Development and lab-test of a mobile adsorption Air-Conditioner. *International Journal of Refrigeration* , 35, 701-708.
- Vicatos, G., Gryzagoridis, J., & Wang, S. (2008). A car air-conditioning system based on an absorption refrigeration cycle using energy from exhaust gas of an internal combustion engine. *Journal of Energy in Southern Africa* , 19 (4), 6-11.
- Wongwises, S., & Chimres, N. (2005). Experimental study of hydrocarbon mixtures to replace HFC-134a in a domestic refrigerator. *Energy Conversion & Management* , 46 (2005), 85–100.
- Zima, M., Wang, M., Kadle, P., & Bona, J. (2014, January 04). Improving the Fuel Efficiency of Mobile A/C Systems with Variable Displacement Compressors. *SAE Technical Paper* .

Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian

1. Honor Peneliti

No	Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (jam/ minggu)	Minggu	Honor (Rp)
1	Peneliti	20000	14	36	10.080.000
SUB TOTAL 1 (Rp)					10.080.000

2. Peralatan Penunjang

No	Alat	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Harga alat (Rp)
1	Sewa Komputer	Analisis ANSYS	2 bulan	1.500.000	3.000.000
2	Sewa Gas Chromatography	Menguji komposisi gas	24 test	350.000	8.400.000
3	Neraca Digital	Mengukur massa LPG	1 unit	2.000.000	2.000.000
3	Pressure gauge	Mengukur Tekanan LPG	2 unit	800.000	1.600.000
SUB TOTAL 2 (Rp)					15.000.000

3. Bahan Habis Pakai

No	Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	LPG	Bahan bakar (Media Uji)	60 kg	10.000	600.000
2	Tabung/ tangki LPG	Media Uji	2 unit	4.500.000	9.000.000
3	Nepel	Media Uji	4 pcs	400.000	1.600.000
4	Thermo kopel	Mengukur temperatur LPG	2 pcs	200.000	400.000
SUB TOTAL 3(Rp)					11.600.000

4. Perjalanan

No	Perjalanan	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Magelang - Semarang	Pengujian komposisi gas	2 kali	250.000	500.000
2	Magelang - Malang	Simulasi di Laboratorium	6 kali	1.000.000	6.000.000
SUB TOTAL 4 (Rp)					6.500.000

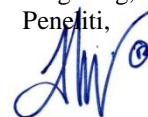
5. Lain lain

No	Uraian	Justifikasi penggunaan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	ATK	Administrasi	1 paket	320.000	320.000
2	Seminar	Biaya seminar hasil	1 kali	1.200.000	1.200.000
3	Publikasi	Proses submission	1 kali	5.000.000	5.000.000
4	Laporan	Laporan	3 kali	100.000	300.000
SUB TOTAL 5 (Rp)					6.820.000

TOTAL ANGGARAN (1+2+3+4+5) = Rp. 50.000.000

LIMA PULUH JUTA RUPIAH

Magelang, 8 April 2015
Peneliti,



Muji Setiyo, ST, MT
NIDN. 0627038302

Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian.

No	Nama alat dan media uji	Status / cara memperoleh	Status
1	Gas Chromatography	Alternatif 1 : di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya	Kondisi alat sangat baik
		Alternatif 2 : di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro	Kondisi alat sangat baik
2	Personal Computer (PC) dengan software ANSYS 14.5 berlisensi	di Laboratorium Komputer Teknik Mesin Universitas Brawijaya	Kondisi PC sangat baik dengan software ANSYS berlisensi
3	Converter kits dan tabung LPG	Tersedia di Laboratorium otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang dengan berbagai pilihan	Kondisinya semua baik

Lampiran 3. Surat Keterangan Promotor

SURAT REKOMENDASI PROMOTOR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prof. Ir. Sudjito, Ph.D
NIP/ NIDN : 19470330 198002 1 001/ 0030034702
Unit Kerja : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Sebagai pembimbing/ Promotor:

Nama : Muji Setiyo, ST, MT
NIM : 147060200111022
Program Studi : Program Doktor Teknik Mesin (PDTM)
Universitas Brawijaya
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Muhammadiyah Magelang

Dengan ini merekomendasikan mahasiswa tersebut diatas untuk mengusulkan skema hibah Penelitian Disertasi Doktor (PDD) untuk tahun anggaran 2016 dengan judul "Investigasi Komposisi Dan Karakteristik LPG Campuran Propana-Butana Pada *Fuel Line* Kendaraan Berbahan Bakar LPG" yang merupakan bagian dari penyelesaian disertasi. Berdasarkan hasil sidang kualifikasi tanggal 19 Maret 2015, mahasiswa yang bersangkutan telah dinyatakan layak untuk penelitian disertasi.


Malang, 9 April 2015

Mengetahui,
Ketua Program Studi S3
Teknik Mesin

Promotor




Prof. P. G. Wardana, M.Eng., Ph.D
NIP : 19590703 198303 1 002


Prof. Ir. Sudjito, Ph.D.
NIP. 19470330 198002 1 001



BIODATA PENELITI

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap (dengan gelar)	Muji Setiyo, ST., MT.
2. Jenis Kelamin	L
3. Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4. NIP/NIK/Identitas lainnya	108306043
5. NIDN	0627038302
6. Tempat dan Tanggal Lahir	Temanggung, 27 Maret 1983
7. E-mail	setiyo.muji@gmail.com
8. Nomor Telepon/HP	081328648046
9. Alamat Kantor	Jl. Mayjend Bambang Soegeng km. 05 Mertoyudan Magelang
10. Nomor Telepon/Faks	0293 326945
11. Lulusan yang telah dihasilkan	D-3 = 34 orang S-1 = 0 orang; S-2 = 0 orang; S-3 = 0 orang
12. Mata Kuliah yang diampu	1. <i>Alternative Fuel</i>
	2. <i>Automotive Thermodynamics</i>
	3. <i>Basic Automotive Mechanics</i>

B. Riwayat Pendidikan

	D3	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Magelang	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Universitas Pancasila Jakarta	Universitas Brawijaya
Bidang Ilmu	Teknik Otomotif	Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus	2002-2006	2007-2009	2010-2012	2014-sekarang
Judul Skripsi/ Tesis/ Disertasi	Rancang Bangun Auxiliary Reservoir yang Dilengkapi dengan Magnetic Sedimenter pada Sistem Pelumasan Sepeda Motor 4 T	Kaji Eksperimen Penambahan Elektroliser pada Mesin Empat Tak Terhadap Unjuk Kerja Mesin dan Emisi Gas Buang.	Optimasi Prestasi Mesin Bahan Bakar LPG Melalui Penyetelan Converter Kits dan Penyesuaian Saat Pengapian.	Karakteristik Pendinginan pada Proses Evaporasi LPG [Studi pada Gabungan Sistem Bahan Bakar LPG dan Sistem AC]
Nama Pembimbing/ Promotor	1. Ir. Moehamad Aman, MT 2. Agus Bagyono, ST	1. Ir. Sudarja, MT 2. Wahyudi, ST, MT.	Prof. Dr. Ir. Prawoto, M.Sae.	Prof. Sudjito, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1.	2012	RISET UNGGULAN DAERAH (RUD) : Pemanfaatan LPG Kemasan 12 Kg Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Konvensional dan Penerapan Sirkuit <i>De-Ignition</i> Sebagai Rangkaian Pengaman	Pemerintah Kota Magelang	15
2.	2012	HIBAH PENELITIAN LP3M UMM : Penerapan Sirkuit <i>Fuel Cut Off</i> pada Mesin Berbahan Bakar LPG	LP3M Univ.Muh. Magelang	4
3.	2013	INSENTIF RISET SISTEM INOVASI NASIONAL : Desain Coupling dan Mixer Variable Untuk Mempercepat Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Angkutan Umum Serta Pemilihan Vaporizer Yang Sesuai (tahun ke-1)	Kementerian Riset dan Teknologi	220
4.	2014	INSENTIF RISET SISTEM INOVASI NASIONAL : Desain Coupling dan Mixer Variable Untuk Mempercepat Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Angkutan Umum Serta Pemilihan Vaporizer Yang Sesuai (tahun ke-2)	Kementerian Riset dan Teknologi	200
5.	2014	PENELITIAN DOSEN PEMULA : Investigasi Penurunan Daya Pada Kendaraan Berbahan Bakar Gas LPG Dengan Metode Pengukuran Efisiensi Volumetris	Dikti	15

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
	2010	Pengelola dan Instruktur Pendidikan dan pelatihan keterampilan montir sepeda motor bagi pencari kerja Kota Magelang (Kerjasama FT-UMM Disnakertransos Kota Magelang)	Disnakertransos Kota Magelang	30
	2011	Pengelola dan Instruktur Pendidikan dan pelatihan Keterampilan montir sepeda motor bagi pencari kerja Kota Magelang (Kerjasama FT-UMM Disnakertransos Kota Magelang)	Disnakertransos Kota Magelang	30
	2012	Pengelola dan Instruktur Program Pelatihan Mekanik Sepeda Motor & Mobil (Kerjasama FT-UMM dengan Dinas Tenaga Kerja, Transmigrasi, dan sosial Kota Magelang)	Disnakertransos Kota Magelang	60

2012	Pengelola dan Instruktur Kegiatan Pendidikan dan Pelatihan Keterampilan Berusaha Bagi Eks Penyandang Penyakit Sosial (Napi) Dengan Jenis Pelatihan Mekanik Sepeda Motor (Kerjasama FT-UMM Disnakertransos Kota Magelang)	Disnakertransos Kota Magelang	15
2013	Instruktur Peningkatan Keterampilan Bagi Anak Putus Sekolah Luar Balai (Kerjasama FT-UMM dengan Dinas Sosial Propinsi Jawa Tengah)	Disnakertransos Kota Magelang	10
2013	Fasilitasi Lomba Kompetensi Siswa (LKS) Bidang Otomotif Tingkat SMK Se-Kabupaten Magelang Untuk Kualifikasi Tingkat Provinsi Tahun 2013	Disdikpora Kabupaten Magelang	15
2013	Kegiatan Pendidikan Dan Pelatihan Ketrampilan Montir Sepeda Motor Bagi Pencari Kerja Kota Magelang Tahun 2013, Kerjasama Program Studi Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang dengan Disnakertransos Kota Magelang dan PT Armada Tunas Jaya Magelang.	Disnakertransos Kota Magelang	30
2014	Judul kegiatan : Fasilitasi Lomba Kompetensi Siswa (LKS) Bidang Otomotif Tingkat SMK Se-Kabupaten Magelang Untuk Kualifikasi Tingkat Provinsi Tahun 2014	Disdikpora Kabupaten Magelang	15
2014	Kegiatan Pendidikan Dan Pelatihan Ketrampilan Montir Sepeda Motor Bagi Pencari Kerja Kota Magelang Tahun 2014, Kerjasama Program Studi Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang dengan Disnakertransos Kota Magelang dan PT Armada Tunas Jaya Magelang.	Disnakertransos Kota Magelang	15

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar Kendaraan kaitannya dengan sistem pendinginan mobil	Jurnal Kajian Permasalahan dan Isu - Isu Strategis Daerah	ISSN : 2087-1449/ No.2 Vol 12/ Tahun 2012 Jml halaman: 11 (hal 63 - hal 73)

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Nasional Sains dan Teknologi	Pemajuan <i>Valve Timing</i> Terhadap Peningkatan Perbandingan Kompresi Aktual, Torsi dan Daya; Upaya Untuk Meningkatkan Unjuk Kerja Mesin	Waktu : Tahun 2010 Tempat : Universitas Wahid Haysim - Semarang
2.	Seminar Nasional Teknik Mesin 7.	Optimasi Prestasi Mesin Bensin 1500 cc Dengan Bahan Bakar LPG Melalui penyetelan Konverter Kits dan Penyesuaian Saat Pengapian	Waktu : Tahun 2012 Tempat : Universitas Kristen Petra - Surabaya
3	Seminar Nasional Efisiensi Energi Untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif (SNEEMO)	Pemanfaatan LPG Kemasan 12 kg sebagai Bahan Bakar Kendaraan dan Optimasinya	Waktu : Tahun 2012 Tempat : Politeknik Manufaktur Astra - Jakarta
4	Seminar Insentif Riset SINas, Kementerian Riset dan Teknologi	Pengembangan Coupling dan Mixer Variabel Untuk Kendaraan Berbahan Bakar LPG	Waktu : 7-8 Nov 2013 Tempat : Gran Sahid Hotel - Jakarta
5	Seminar Nasional TEKNOIN	Karakteristik Kurva Daya Mesin EFI 1,5 L Berbahan Bakar LPG Pada Berbagai Jenis Vaporizer	Waktu : 16 Nov 2013 Tempat : Universitas Islam Indonesia - Yogyakarta
6	Seminar Insentif Riset SINas, Kementerian Riset dan Teknologi	Pengembangan Mixer Untuk Kendaraan Berbahan Bakar LPG beban Berat	Waktu : 2-3 Okt 2014 Tempat : Hotel Horison-Bandung
7	Semnastek 2014	Investigasi Penurunan Daya Mobil Berbahan Bakar LPG Melalui Pengukuran Efisiensi Volumetrik	Waktu : Nov 2014 Tempat : FT-Univ Muh Jakarta

G. Karya buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah halaman	Penerbit
1	Menjadi Mekanik Spesialis Kelistrikan Sepeda Motor	2010	190 + ix	CV Alfa Beta Bandung

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul / Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Mesin Pembelah Tahu	2010	Paten	S00201200112
2	Alat Penyambung Nepel Tabung Gas	2013 (proses pemeriksaan)	Paten	P00201304508
3	Alat Pencampur Gas Untuk Kendaraan Berbahan Bakar Gas	2013 (proses pemeriksaan)	Paten	P00201304509

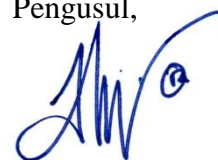
I. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir

No	Jenis Penghargaan	Institusi pemberi penghargaan	Tahun
1	KRENOVA	Pemerintah Kota Magelang	2012
2	Penghargaan Akademisi (Dosen) Berprestasi	Universitas Muhammadiyah Magelang	2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Disertasi Doktor (PDD).

Magelang, 4 April 2015
Pengusul,



Muji Setiyo, ST, MT
NIDN. 0627038302



Universitas Muhammadiyah Magelang
Lembaga Penelitian Pengembangan dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3M)

Gedung Rektorat Lantai 3 Kampus 2

Jalan Mayjen Bambang Soegeng Km 5 Mertoyudan Magelang 56172

Telp 0293 326945 ext 132 Fax 0293 325554 Website <http://lp3m.ummgl.ac.id> e-mail: lp3m@ummgl.ac.id

SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muji Setiyo, ST, MT
NIDN : 0627038302
Pangkat / Golongan : Penata Muda Tk-1/ IIIb
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

**INVESTIGASI KOMPOSISI DAN KARAKTERISTIK LPG
CAMPURAN PROPANA-BUTANA PADA *FUEL LINE*
KENDARAAN BERBAHAN BAKAR LPG**

yang diusulkan dalam skema Hibah **Penelitian Disertasi Doktor (PDD)** untuk tahun anggaran 2016 bersifat **original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Magelang, 4 April 2015

Yang menyatakan,

Mengetahui,
Ketua LP3M,

(Dr. Suliswiyadi, M.Ag.)
NIK. 966610111



(Muji Setiyo, ST, MT)
NIK. 108306043